

# Estabilidade fenotípica de híbridos de melão amarelo avaliados no Pólo Agrícola Mossoró-Assu

Glauber Henrique de Sousa Nunes<sup>(1)</sup>, Antônio Edilberto de Sousa Madeiros<sup>(1)</sup>, Leilson Costa Grangeiro<sup>(1)</sup>, Gilmara Mabel Santos<sup>(2)</sup> e Rui Sales Júnior<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal Rural do Semi-árido, Caixa Postal 137, CEP 59625-900 Mossoró, RN. E-mail: [glauber@ufersa.edu.br](mailto:glauber@ufersa.edu.br), [sousamadeiros@yahoo.com.br](mailto:sousamadeiros@yahoo.com.br), [leilson@ufersa.edu.br](mailto:leilson@ufersa.edu.br), [ruisales@ufersa.edu.br](mailto:ruisales@ufersa.edu.br) <sup>(2)</sup>Embrapa Semi-Árido, Caixa Postal 23, CEP 56302-970 Petrolina, PE. E-mail: [glabelsantos@gmail.com.br](mailto:glabelsantos@gmail.com.br)

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi estimar a participação dos componentes simples e complexo da interação e identificar cultivares com adaptabilidade e estabilidade fenotípica elevadas. Foram avaliados 12 híbridos de melão amarelo em quatro municípios do Estado do Rio Grande do Norte, em 2000, 2001 e 2002, num total de 12 ambientes. Os experimentos foram conduzidos em delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. A parcela foi constituída por duas linhas de 5 m. As características avaliadas foram produtividade e teor de sólidos solúveis totais. A fim de decompor a interação híbridos x ambientes nas partes simples e complexa, foi utilizado o método proposto por Cruz e Castoldi. Na identificação de híbridos com adaptabilidade e estabilidade fenotípica, foi utilizado o método proposto por Toler. Observou-se grande variação entre ambientes, híbridos e a interação entre esses fatores. O componente complexo é a maior parte da interação quanto às características produtividade e teor de sólidos solúveis totais dos híbridos de meloeiro. Os híbridos AMR-04 e AMR-12 apresentam elevados valores médios de produtividade e sólidos solúveis totais e respondem à melhoria ambiental.

**Termos para indexação:** *Cucumis melo*, interação genótipos x ambientes, avaliação de cultivares.

## Phenotypic stability of yellow melon hybrids evaluated in the Agricultural Pole Mossoró-Assu

**Abstract** – The objective of this work was to estimate the participation of single and complex components of interaction as well as to identify cultivars with high phenotypic adaptability and stability. Twelve hybrids of yellow melon were evaluated in four sites of Rio Grande do Norte in 2000, 2001, 2002 coming to twelve environments. The experiments were carried out in a randomized complete block design with three replications. The experimental plot was constituted by two 5 m long rows. Yield and total soluble solids contents were evaluated. For the partition of the hybrids by environments interaction in single and complex part, the method of Cruz and Castoldi was used. In order to identify hybrids with high phenotypic adaptability and stability, the Toler method was utilized. Great variation among environments and hybrids as well as interaction were observed between these two factors. The complex part is responsible for most of the environment hybrids interaction. Hybrids AMR-04 and AMR-12, comprising higher means to yield and total soluble solids content, are responsive to the improved environment.

**Index terms:** *Cucumis melo*, genotype x environmental interaction, evaluation of cultivars.

### Introdução

O Nordeste é a principal região produtora de melão (*Cucumis melo* L.) do Brasil. No Rio Grande do Norte, a cultura do meloeiro possui alcance social e econômico, por ser a que mais absorve mão-de-obra, gerando cerca de 20 mil empregos diretos, sem contar os relacionados

com a logística da cadeia produtiva dessa hortaliça. As razões do destaque do estado potiguar são ótimas condições edafoclimáticas e emprego de alta tecnologia do setor produtivo (Silva et al., 2002).

As cultivares da variedade botânica *inodorus*, representadas pelo tipo amarelo, Honey Dew e pele de sapo, são as preferidas pelos produtores, totalizando cerca

de 90% da área plantada. Aproximadamente 60% dos frutos exportados no porto de Natal são do tipo amarelo (Sales Júnior et al., 2004). Essa preferência é justificada pela excelente vida de prateleira, em torno de 35 dias, em condições de ambiente (Menezes et al., 2001).

O sucesso dessa atividade econômica está associado a programas de melhoramento genético, cujo principal objetivo é o desenvolvimento de híbridos adaptados às diversas condições de cultivo, visando a contornar dificuldades relacionadas às principais doenças, produtividade e qualidade de frutos.

O Pólo Agrícola Mossoró-Assu possui grande diversidade edafoclimática e de manejo da cultura nos municípios produtores, tornando a classificação dos híbridos entre ambientes instável. Esse fenômeno de distinção na classificação dos genótipos nos ambientes denomina-se interação entre genótipos e ambientes. A interação genótipo x ambiente afeta o fenótipo, de modo que devem ser realizados estudos para quantificar sua magnitude e a participação de seus componentes, pois tais informações poderão auxiliar os pesquisadores.

A interação é formada por dois componentes: simples e complexo. O primeiro é proporcionado pela diferença da variabilidade entre os genótipos nos ambientes, ao passo que o segundo está associado à falta de correlação genética entre os genótipos. A predominância do segundo componente dificulta o trabalho do melhorista, pois indica inconsistência da superioridade do genótipo com relação à variação do ambiente, isto é, há genótipos com melhor desempenho em determinados ambientes, tornando a recomendação mais difícil (Nunes et al., 2002).

Devem-se implementar medidas para atenuar o efeito da interação. Uma das alternativas mais empre-

gadas é a utilização de genótipos com elevadas adaptabilidade e estabilidade fenotípica (Ramalho et al., 1993; Nunes et al., 2002). A fim de identificar genótipos com essas características, têm sido utilizados, principalmente, modelos de regressão linear uni e bissegmentados (Finlay & Wilkinson, 1963; Eberhart & Russel, 1966; Cruz et al., 1989). A dificuldade nesses métodos é que o índice ambiental, obtido pelas produtividades médias dos genótipos, é a variável independente da regressão. Do ponto de vista estatístico da análise de regressão, isso não deve ocorrer, pois o princípio de interdependência das variáveis do modelo não é atendido.

Todavia, o modelo não linear proposto por Toler (1990) corrige dificuldades relacionadas à estimação do índice ambiental e apresenta testes de hipótese mais rigorosos para os padrões de resposta, permitindo a classificação dos genótipos em vários grupos, sendo, portanto, um método promissor no estudo de adaptabilidade e estabilidade.

Este trabalho teve por objetivo estudar a interação genótipo por ambiente, estimar a participação dos componentes simples e complexo e identificar cultivares com estabilidade fenotípica.

## Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Mossoró, Baraúna, Assu e Carnaubais, no Estado do Rio Grande do Norte, todos pertencentes ao Pólo Agrícola Mossoró-Assu (Tabela 1). Em cada local foram conduzidos experimentos de agosto a outubro, em 2000, 2001 e 2002, num total de 12 ambientes (Tabelas 2 e 3).

Foram avaliados os seguintes híbridos simples, andromonóicos, de melão do tipo amarelo: AMR-01,

**Tabela 1.** Identificação, coordenadas geográficas, altitude e tipo de solo das áreas dos experimentos com híbridos de melão do tipo amarelo, realizados no Pólo Agrícola Mossoró-Assu, RN.

Ambiente	Local	Ano	Coordenadas geográficas	Altitude (m)	Tipo de solo
Mo00	Mossoró	2000	5°11'S, 37°21'W	18	Latossolo Vermelho eutrófico
Mo01	Mossoró	2001	5°11'S, 37°21'W	18	Latossolo Vermelho eutrófico
Mo02	Mossoró	2002	5°11'S, 37°21'W	18	Latossolo Vermelho eutrófico
Ba00	Baraúna	2000	5°05'S, 37°38'W	94	Neossolo Quartzarenico
Ba01	Baraúna	2001	5°05'S, 37°38'W	94	Neossolo Quartzarenico
Ba02	Baraúna	2002	5°05'S, 37°38'W	94	Neossolo Quartzarenico
As00	Assu	2000	5°34'S, 36°54'W	27	Cambissolo Háplico
As01	Assu	2001	5°34'S, 36°54'W	27	Cambissolo Háplico
As02	Assu	2002	5°34'S, 36°54'W	27	Cambissolo Háplico
Ca00	Carnaubais	2000	5°20'S, 36°50'W	30	Podzólico Vermelho-Amarelo
Ca01	Carnaubais	2001	5°20'S, 36°50'W	30	Podzólico Vermelho-Amarelo
Ca02	Carnaubais	2002	5°20'S, 36°50'W	30	Podzólico Vermelho-Amarelo

**Tabela 2.** Produtividade média (kg ha<sup>-1</sup>) e erro-padrão da média (entre parênteses) de frutos dos híbridos de melão do tipo amarelo, em cada experimento no Pólo Agrícola Mossoró-Assu, RN<sup>(1)</sup>.

Híbridos	Experimentos <sup>(2)</sup>												Média
	Mo00	Mo01	Mo02	Ba00	Ba01	Ba02	As00	As01	As02	Ca00	Ca01	Ca02	
AMR-01	30.919 (11.700)	19.904 (8.284)	33.712 (1.236)	62.632 (18.170)	27.963 (1.129)	53.261 (8.303)	26.880 (5.918)	57.411 (6.622)	24.343 (6.622)	26.303 (9.453)	26.303 (11.700)	57.276 (8.284)	37.242 (3.297)
AMR-02	21.997 (333)	15.510 (245)	53.588 (3.444)	25.645 (5.924)	29.934 (3.760)	53.258 (2.144)	26.860 (2.020)	80.436 (920)	26.710 (920)	27.810 (8.634)	27.810 (333)	57.530 (245)	37.257 (4.129)
AMR-03	16.201 (3.192)	19.014 (1.371)	51.391 (594)	25.670 (951)	51.390 (9.618)	23.793 (1.316)	45.553 (110)	58.253 (570)	26.483 (569)	25.823 (1.817)	25.823 (3192)	53.261 (1.371)	35.221 (3.024)
AMR-04	49.632 (7.778)	21.337 (754)	53.373 (1.257)	30.057 (3.046)	50.661 (4.484)	24.990 (2.180)	58.420 (9.255)	27.960 (7.377)	30.919 (424)	37.143 (3.949)	26.247 (7.778)	51.283 (754)	38.502 (2.597)
AMR-05	51.276 (2.875)	18.286 (2.593)	62.931 (2.047,9)	28.407 (2.235)	57.976 (6.144)	34.193 (689)	69.900 (1.630)	28.807 (8.324)	22.589 (1.366)	43.092 (9.255)	25.627 (2.875)	30.919 (2.593)	39.500 (2.984)
AMR-06	50.055 (2.516)	24.322 (2.959)	55.007 (4.519,2)	33.620 (2.766)	58.826 (4.115)	30.890 (3.288)	51.331 (12.909)	28.983 (3.826)	25.308 (1.534)	61.105 (1.630)	26.697 (2.516)	22.589 (2.959)	39.228 (2.725)
AMR-07	48.368 (1.826)	18.485 (1.647)	55.470 (1.398)	30.740 (310)	49.435 (8.227)	29.143 (847)	64.673 (6382)	27.747 (2.680)	50.035 (2.584)	56.325 (12.909)	28.380 (1.826)	25.308 (1.647)	40.342 (2.944)
AMR-08	52.136 (5.229)	20.578 (3.237)	52.092 (3.128)	31.933 (1.614)	41.457 (3.156)	28.803 (619)	65.538 (7.549)	31.783 (11.468)	45.118 (3.168)	50.854 (6.382)	32.443 (5.229)	50.035 (3.237)	41.898 (2.423)
AMR-09	47.629 (2.949)	19.820 (1.721)	69.467 (1811)	29.313 (1.476)	61.199 (11.610)	26.240 (2.936)	58.164 (15.029)	26.597 (12.256)	39.491 (876)	51.948 (7.549)	32.717 (295)	45.118 (1.721)	42.309 (3.077)
AMR-10	43.088 (3.064)	16.849 (397)	39.630 (6.311)	29.420 (4.237)	48.701 (5.084)	34.107 (1.752)	57.866 (1.251)	28.890 (4.963)	28.343 (4.963)	48.525 (13.833)	48.525 (3.064)	41.568 (397)	38.793 (2.358)
AMR-11	38.938 (5.582)	18.681 (1.682)	47.015 (6.888)	29.847 (1.450)	69.789 (5.112)	21.543 (7.186)	58.956 (128)	25.180 (1.241)	32.307 (1.241)	61.798 (2.925)	61.798 (5.582)	32.450 (1.682)	41.525 (3.047)
AMR-12	49.879 (3.889)	19.848 (2.884)	51.354 (7.329)	30.447 (2.523)	52.158 (6.317)	25.523 (991)	53.330 (6.363)	30.847 (6.369)	23.527 (12.325)	36.249 (1.733)	55.188 (3.889)	29.557 (2.884)	38.159 (2.544)
Média	41.677 (2.550)	19.386 (720)	52.086 (1.996)	32.311 (1.791)	49.957 (2.544)	32.145 (2.173)	53.123 (2.674)	37.741 (3.077)	31.265 (2.350)	43.915 (2.701)	34.963 (2.382)	41.408 (3.064)	

<sup>(1)</sup>Médias em Mossoró, Baraúna, Assu e Carnaubais: 37.716 (1.708), 38.138 (1.636), 40.710 (1.720) e 40.095 (1.618), respectivamente; médias em 2000, 2001 e 2002: 42.726, (1.366), 35.512 (1.405) e 39.226 (1.474), respectivamente. <sup>(2)</sup>Descrição dos experimentos na Tabela 1.

**Tabela 3.** Média e erro-padrão da média (entre parênteses) de sólidos solúveis totais (%) de frutos de híbridos melão do tipo amarelo, em cada experimento no Pólo Agrícola Mossoró-Assu, RN<sup>(1)</sup>.

Híbridos	Experimentos <sup>(2)</sup>												Média
	Mo00	Mo01	Mo02	Ba00	Ba01	Ba02	As00	As01	As02	Ca00	Ca01	Ca02	
AMR-01	8,10 (0,52)	8,53 (0,12)	9,43 (0,46)	10,30 (0,35)	11,60 (0,17)	10,90 (0,03)	10,07 (0,23)	11,30 (0,20)	6,87 (0,20)	6,77 (0,58)	6,77 (0,52)	9,13 (0,12)	9,15 (0,30)
AMR-02	7,45 (0,15)	8,05 (0,60)	8,35 (1,20)	11,40 (0,12)	10,60 (0,15)	11,30 (0,02)	10,35 (0,85)	12,20 (0,35)	8,65 (0,35)	7,45 (0,14)	7,45 (0,15)	10,30 (0,60)	9,49 (0,37)
AMR-03	7,53 (0,64)	7,47 (0,38)	9,27 (0,03)	11,00 (0,50)	9,33 (0,78)	11,03 (1,32)	11,37 (0,33)	11,03 (0,32)	9,47 (0,32)	9,53 (0,35)	9,53 (0,64)	10,90 (0,38)	9,78 (0,25)
AMR-04	7,23 (0,44)	7,37 (0,46)	8,60 (0,03)	11,03 (0,47)	10,90 (0,55)	10,37 (0,72)	11,50 (0,61)	8,93 (0,03)	8,10 (0,88)	9,37 (0,03)	10,23 (0,44)	11,33 (0,46)	9,58 (0,27)
AMR-05	8,13 (0,35)	7,40 (0,43)	8,93 (0,42)	11,17 (0,90)	10,07 (0,04)	9,50 (0,23)	10,30 (0,52)	8,57 (0,53)	7,63 (0,28)	9,83 (0,61)	11,13 (0,35)	8,10 (0,43)	9,23 (0,24)
AMR-06	8,43 (0,20)	7,40 (0,63)	8,70 (0,09)	9,53 (0,18)	9,83 (0,03)	8,33 (0,57)	12,00 (0,07)	7,37 (0,08)	7,23 (0,50)	10,90 (0,52)	10,80 (0,20)	7,63 (0,63)	9,01 (0,27)
AMR-07	8,47 (0,30)	7,00 (0,35)	8,30 (0,06)	11,30 (0,40)	10,10 (0,37)	10,40 (0,33)	11,27 (0,06)	7,83 (0,06)	7,30 (0,38)	9,70 (0,07)	11,00 (0,30)	7,23 (0,35)	9,16 (0,27)
AMR-08	8,60 (0,13)	7,43 (0,17)	8,73 (0,07)	9,40 (0,70)	10,57 (0,62)	10,20 (0,47)	10,33 (0,15)	7,57 (0,10)	8,40 (0,96)	9,90 (0,03)	10,10 (0,13)	7,30 (0,17)	9,04 (0,22)
AMR-09	9,03 (0,12)	7,90 (0,49)	8,57 (0,07)	11,03 (0,24)	10,53 (0,03)	10,27 (0,67)	9,13 (0,77)	7,80 (0,12)	8,03 (0,58)	10,27 (0,15)	10,83 (0,12)	8,40 (0,49)	9,32 (0,22)
AMR-10	8,73 (0,20)	7,90 (0,84)	9,13 (0,68)	10,13 (0,28)	10,07 (0,01)	9,73 (0,30)	10,80 (0,43)	9,20 (0,06)	9,07 (0,06)	10,60 (0,77)	10,60 (0,20)	9,77 (0,84)	9,64 (0,18)
AMR-11	8,43 (0,25)	6,07 (0,85)	8,20 (0,03)	11,10 (0,51)	8,57 (0,309)	11,20 (0,57)	11,40 (0,17)	7,80 (0,09)	8,43 (0,09)	10,57 (0,39)	10,57 (0,25)	9,93 (0,85)	9,36 (0,29)
AMR-12	9,57 (0,36)	8,40 (0,72)	9,40 (0,17)	11,17 (0,34)	10,30 (0,27)	10,40 (0,64)	11,53 (0,31)	6,73 (0,26)	6,70 (0,46)	8,07 (0,51)	9,37 (0,25)	10,30 (0,18)	9,33 (0,31)
Média	8,3 (0,15)	7,6 (0,14)	8,8 (0,17)	10,7 (0,15)	10,2 (0,18)	10,3 (0,16)	10,9 (0,31)	8,8 (0,17)	7,9 (0,24)	9,5 (0,26)	9,9 (0,27)	9,2 (0,15)	

<sup>(1)</sup>Médias em Mossoró, Baraúna, Assu e Carnaubais: 8,24 (0,10), 10,39 (0,10), 9,20 (0,18) e 9,52 (0,15), respectivamente; médias em 2000, 2001 e 2002: 9,84 (0,12), 9,11 (0,14) e 9,06 (0,12), respectivamente. <sup>(2)</sup>Descrição dos experimentos na Tabela 1.

AMR-02, AMR-03, AMR-04, AMR-05, AMR-06, AMR-07, AMR-08, AMR-09, AMR-10, AMR-11 e AMR-12. Os híbridos apresentam casca amarela rugosa e polpa branca.

Em todos os ambientes, a cultura foi irrigada por gotejamento, com fertirrigação, no espaçamento de 2,0 m entre linhas e 0,5 m entre gotejadores. O volume de água esteve em torno de 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Os fertilizantes foram aplicados de acordo com as recomendações, baseadas na análise do solo de cada local. As demais práticas culturais foram realizadas conforme a recomendação de manejo para a cultura no Estado (Nunes et al., 2004).

Os experimentos foram realizados em blocos completos casualizados com três repetições. Cada parcela foi constituída por duas linhas de 5 m de comprimento, espaçadas por 2 m. O espaçamento entre covas foi 0,5 m, sendo cultivada uma planta por cova. Cada parcela possuía 20 plantas e as plantas das extremidades das duas linhas da parcela formaram a bordadura de cabeceira. A área útil foi formada pelas 16 plantas centrais das linhas.

As características avaliadas foram: produtividade (PROD) e teor de sólidos solúveis totais (SST). A produtividade foi calculada pela soma do peso de todos os frutos colhidos na parcela. Os frutos foram pesados individualmente, em balança eletrônica, com capacidade máxima de 25 kg. O teor de sólidos solúveis totais foi determinado por refratometria, utilizando suco filtrado, oriundo de fatias da polpa homogeneizadas em liquidificador doméstico. A leitura foi feita em refratômetro digital com correção automática de temperatura (escala de 0 a 32%).

Inicialmente foi realizada análise de variância de cada ambiente e posteriormente, análise conjunta, conforme (Ramalho et al., 2000). A fim de decompor a interação híbridos x ambientes em partes simples e complexa, foram realizadas análises de variâncias com os ambientes dois a dois, num total de 66 análises. Foi utilizado o método proposto por Cruz & Castoldi (1991) para estimação das partes simples e complexa. A análise de decomposição da interação híbridos x ambientes foi realizada no programa GENES (Cruz, 1997).

A estimação dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foi feita conforme o método proposto por Toler (1990). Neste método são considerados dois mo-

delos: o modelo 1 prevê comportamento linear dos híbridos diante de variações ambientais, ao passo que o modelo 2 é bissegmentado. Empregou-se o método de mínimos quadrados sob modelos não lineares, utilizando o algoritmo de Gauss-Newton modificado.

Ajustados os modelos 1 e 2, foi aplicado o critério de classificação dos híbridos em grupos, de acordo com o padrão de resposta em relação aos ambientes, com os significados correspondentes: grupo A – rejeita-se a hipótese  $\beta_1 = \beta_2$  e aceita-se  $\beta_1 < 1 < \beta_2$ , resposta convexa e duplo desejável; grupo B – aceita-se a hipótese  $\beta_1 = \beta_2$  e rejeita-se  $H(\beta = 1)$ , sendo o comum  $\beta > 1$ : resposta linear simples e desejável somente em ambientes de alta qualidade; grupo C – aceita-se a hipótese  $\beta_1 = \beta_2$  e aceita-se  $H(\beta = 1)$ : resposta linear simples, não desviando da resposta média; grupo D – aceita-se a hipótese  $\beta_1 = \beta_2$  e rejeita-se  $H(\beta = 1)$ , sendo o comum  $\beta < 1$ : resposta linear simples e desejável somente em ambientes de pobre qualidade; grupo E – rejeita-se a hipótese  $\beta_1 = \beta_2$  e aceita-se  $\beta_1 > 1 > \beta_2$ : resposta côncava e duplo indesejável.

No cálculo do R<sup>2</sup>, foram utilizadas as médias da tabela de dupla entrada de híbridos e ambientes, gerando valores diferentes dos encontrados para os modelos lineares. Nesse caso particular, é recomendado o cálculo por meio do quadrado do coeficiente de correlação, estimado entre os valores observados dos híbridos e os valores estimados pelo modelo não linear de estabilidade (Rosse, 1999).

Utilizou-se o programa MAPGEN, para realizar todas as análises de estimação dos parâmetros de estabilidade.

## Resultados e Discussão

Os experimentos de avaliação de cultivares devem ser conduzidos com a maior precisão possível. Considerando que as diferenças entre as cultivares modernas são pequenas, na maioria das culturas, quanto maior a precisão experimental, maior a probabilidade de encontrá-las entre os tratamentos avaliados (Ramalho et al., 2000). O coeficiente de variação (CV) é a medida mais utilizada como indicativo da qualidade de experimentos. De acordo com a classificação realizada por Lima et al. (2004) na cultura do meloeiro, as estimativas dos CV, quanto à produtividade e ao teor de sólidos solúveis totais, foram consideradas médias (Tabela 4). Os valores estão dentro da faixa observada na cultura em experimentos realizados no Pólo Agrí-



cola Mossoró-Assu (Silva et al., 2002; Nunes et al., 2004, 2005).

Observou-se heterogeneidade entre os ambientes de avaliação nas duas características (Tabela 4). No desdobramento dos graus de liberdade de ambientes, verificou-se que o efeito de local foi significativo apenas quanto ao teor de sólidos solúveis totais, ao passo que o efeito de ano foi significativo quanto às duas características. Observou-se interação significativa entre anos e locais. Por esses resultados, fica evidenciada a heterogeneidade entre os ambientes.

Observou-se efeito significativo para híbridos, nas duas características avaliadas (Tabela 4), mostrando que existe variabilidade genética entre os genótipos estudados. A interação entre híbridos e ambientes foi significativa, indicando inconsistência no comportamento dos genótipos diante das variações ambientais (Ramalho et al., 1993). A interação entre híbridos e locais, bem como entre híbridos e anos foi significativa para as duas características avaliadas (Tabela 4). Essa interação tem sido também verificada em outros estudos. Gurgel (2000), trabalhando com nove híbridos de melão amarelo, observou interação entre esses híbridos e quatro ambientes do Pólo Agrícola Mossoró-Assu. Sena (2001) também constatou interação significativa entre híbridos de melão amarelo e ambientes. A interação evidencia a necessidade de avaliação dos genótipos em

vários ambientes para que se tenha maior segurança na recomendação dos melhores genótipos.

A interação é causada por dois fatores (Cruz & Castoldi, 1991). O primeiro, também denominado de parte simples ou de escala, é decorrente da diferença de variabilidade entre os genótipos nos ambientes, e o segundo, denominado de parte complexa, está associado à falta de correlação genética entre os genótipos (Xie & Mosjidis, 1996; Lynch & Walsh, 1998). Neste trabalho, verificou-se predomínio da parte complexa (Tabela 4).

Apesar disso, a interação genótipos x ambientes pode ser explorada na seleção de genótipos para determinado ambiente ou região. Nesse caso, a interação é capitalizada, aumentando o valor fenotípico do caráter. Entretanto, no Pólo Agrícola Mossoró-Assu, tal estratégia ainda é de difícil execução, em razão do isolamento dos produtores. O fato de existir mudança na classificação diante de variação ambiental, em razão da predominância da parte complexa, não exclui a seleção de materiais estáveis e com adaptação ampla (Vencovsky & Barriga, 1992).

A interação genótipos por ambientes, presente nos programas de melhoramento genético, deve sempre ser considerada, pois influencia o processo de seleção ou recomendação de cultivares (Nunes et al., 2002). Assim sendo, uma vez constatada a interação significativa entre híbridos x ambientes, procura-se sempre amenizar o seu efeito sobre a manifestação fenotípica. Uma das possibilidades é a identificação de híbridos que associem boas características produtivas e de fruto com maior estabilidade.

Em estudos de adaptabilidade e estabilidade, os procedimentos mais empregados são os que utilizam a regressão (Kang, 1998). Quando se adota a regressão, a dúvida é se apenas um segmento de reta é suficiente para explicar os resultados, ou se existem dois segmentos de reta, cada um específico para ambientes favoráveis ou desfavoráveis. O método de Toler (1990) utilizado permite obter esse conhecimento da resposta do genótipo.

Com relação à produtividade, observou-se que a maior parte dos híbridos possuem comportamento bissegmentado (Tabela 5). Os híbridos AMR-01, AMR-02 e AMR-03 pertencem ao grupo E, ao passo que os híbridos AMR-05, AMR-06, AMR-07, AMR-09, AMR-11 e AMR-12 foram classificados no grupo A. Apenas os híbridos AMR-08 e AMR-10, do grupo B, e o híbrido AMR-04, do grupo C, tiveram comportamento explicado por um segmento de reta.

**Tabela 4.** Análise de variância das variáveis produtividade e sólidos solúveis totais de híbridos de melão amarelo, avaliados em 12 experimentos no Pólo Agrícola Mossoró-Assu, RN.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios <sup>(1)</sup>	
		Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Sólidos solúveis totais (%)
Bloco (ambiente)	(24)	102.266.768 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>
Ambiente	(11)	3.506.902.284**	41,33**
Local (L)	3	232.124.428 <sup>ns</sup>	70,68**
Ano (A)	2	2.625.949.853**	24,93**
A x L	6	4.479.722.439**	22,72**
Híbrido (H)	(11)	254.194.865*	2,08**
Híbrido x ambiente	(121)	405.862.211**	3,14**
L x H	33	285.614.350**	3,62**
A x H	22	486.262.901**	3,45**
L x A x H	66	469.625.693**	2,34**
Erro-médio	(252)	118.823.909	0,64
Média		39.164,69	9,34
CV (%)		27,83	8,60
Simples (%)		24,36	20,52
Complexa (%)		75,64	79,48

<sup>ns</sup>Não-significativo. \* e \*\*Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F de Snedecor.

Os genótipos classificados no grupo E apresentam média elevada em ambientes pobres e não respondem à melhoria da qualidade ambiental. Tais genótipos apresentam pouca plasticidade e têm comportamento duplamente indesejável (Rosse et al., 2002). Os genótipos do grupo A se caracterizam por suportarem ambientes abaixo da média e responderem à melhoria das condições do ambiente. O genótipo com essas propriedades é denominado material com resposta duplo desejável, e é mais recomendado para ambientes nos quais seja empregada alta tecnologia, a fim de que possa expressar todo o seu potencial. A média dos híbridos do grupo A foi superior à do grupo E em todas as características estudadas (Tabela 5).

Em genótipos com a resposta unisegmentada, a interpretação da estimativa  $\beta$  comum é semelhante à dada por Eberhart & Russel (1966). Quando a estimativa for igual à unidade, os materiais terão padrão de resposta médio sob todos os ambientes. Quando for maior do que a unidade, os genótipos serão especificamente adaptados aos ambientes de alta qualidade e associados à alta responsividade; por último, quando for inferior à

unidade, os genótipos serão adaptados aos ambientes inferiores e associados à baixa responsividade.

O método de Toler (1990) permite identificar genótipos com boa plasticidade. A plasticidade de um material está estreitamente associada com sua estabilidade biológica (Lin et al., 1986; Kang, 1998). O genótipo, cuja plasticidade é baixa, apresenta estabilidade biológica, assim definida por Becker & Léon (1988), ou estabilidade estática, também chamada de tipo 1, que confere ao genótipo desempenho constante, mesmo com a variação ambiental.

A estabilidade biológica não é desejável, pois geralmente está associada a médias baixas, especialmente em ambientes favoráveis. A utilização de materiais com essa característica é recomendada apenas quando a variação ambiental é pequena (Lin et al., 1986; Ramalho et al., 1993) ou quando o agricultor utiliza pouca tecnologia (Rosse, 1999). Diante da variação ambiental constatada neste trabalho, e do fato de as empresas produtoras de melão utilizarem alta tecnologia (Silva et al., 2002), híbridos com estabilidade biológica ou menos plásticos não são recomendados. Os híbridos mais desejados são os plásticos, que respondem de forma positiva à melhoria das condições ambientais. Dentro da proposta de Toler (1990), os híbridos plásticos são aqueles classificados nos grupos A.

Na maioria dos híbridos, os genótipos classificados no grupo E, quanto à produtividade, localizam-se no grupo A, quanto ao teor de sólidos solúveis (Tabela 5). Assim, considerando apenas a produtividade, os híbridos AMR-01, AMR-02 e AMR-03 são adaptados apenas a ambientes desfavoráveis, ao passo que, quanto ao teor de sólidos solúveis, tais híbridos são responsivos e plásticos. Nos híbridos AMR-05, AMR-06, AMR-07, AMR-09 e AMR-11, o comportamento é inverso.

Esse resultado evidencia que genótipos mais produtivos não possuem necessariamente elevado teor de sólidos solúveis totais. Observou-se correlação negativa entre PROD e SST ( $r = -0,54$ ) (Tabela 5), resultado diferente do verificado por Silva et al. (2002). Estes autores, ao avaliar 100 famílias de meios-irmãos de melão Honey Dew, nas condições de Mossoró, observaram coeficiente de correlação significativo ( $r = 0,63$ ) entre essas características.

Na cultura do meloeiro, a produtividade de frutos é toda utilizada pelo produtor. Frutos menores são destinados ao mercado externo, em especial o continente europeu. Frutos maiores são comercializados

**Tabela 5.** Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 12 híbridos de melão amarelo, no Pólo Agrícola Mossoró-Assu, segundo o método de Toler (1990), quanto às características produtividade e sólidos solúveis totais<sup>(1)</sup>.

Híbrido	Média	$\beta_{11}$	$\beta_{21}$	$\beta_{21} - \beta_{11}$	$\beta_1$	Grupo	R <sup>2</sup>
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )							
AMR-01	37.242,44	3,58**	-4,40**	-7,97**	-0,77**	E	73,12
AMR-02	37.257,38	5,35**	-5,31**	-10,66**	-0,41*	E	87,14
AMR-03	35.221,31	2,98**	-1,65**	-4,64**	0,54**	E	56,16
AMR-04	38.501,86	0,97*	1,60 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	1,24**	B	71,81
AMR-05	39.500,14	0,50 <sup>ns</sup>	2,99**	2,50*	1,74**	A	90,91
AMR-06	39.227,78	-0,18 <sup>ns</sup>	3,10**	3,28**	1,43**	A	92,17
AMR-07	40.342,44	0,62 <sup>ns</sup>	3,24**	3,87**	1,50**	A	84,85
AMR-08	41.897,61	0,59 <sup>ns</sup>	1,72 <sup>ns</sup>	1,12 <sup>ns</sup>	1,20**	B	79,76
AMR-09	42.308,67	0,32 <sup>ns</sup>	2,75**	2,43*	1,65**	A	87,08
AMR-10	38.792,61	0,16 <sup>ns</sup>	1,73 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	1,09**	B	74,05
AMR-11	41.525,14	-1,30*	3,81**	5,10**	1,66**	A	75,17
AMR-12	38.158,97	-0,43 <sup>ns</sup>	2,33*	2,76**	1,21**	A	79,46
Sólidos solúveis totais (%)							
AMR-01	9,15	-5,09**	5,64**	10,72**	0,59**	A	65,89
AMR-02	9,49	-5,03**	5,52**	10,55**	0,67**	A	71,28
AMR-03	9,78	-1,02*	2,00*	3,02*	0,82**	A	66,95
AMR-04	9,58	0,47 <sup>ns</sup>	1,67 <sup>ns</sup>	1,20 <sup>ns</sup>	1,25**	B	87,28
AMR-05	9,23	2,76**	-0,32*	-3,08**	1,10**	E	90,33
AMR-06	9,01	4,75**	-2,02**	-6,75**	1,14**	E	76,44
AMR-07	9,16	3,08**	0,27 <sup>ns</sup>	-2,81**	1,44**	E	92,76
AMR-08	9,04	2,88**	-0,42*	-3,30**	0,89**	E	79,51
AMR-09	9,32	3,04**	-0,65**	-3,69**	0,89**	E	78,89
AMR-10	9,64	2,28**	-0,79**	-3,07**	0,72**	E	88,05
AMR-11	9,36	3,19**	-0,39**	-3,59**	1,40**	E	87,28
AMR-12	9,33	0,68 <sup>ns</sup>	1,49 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	1,10**	B	73,87

<sup>(1)</sup>Coeficiente de correlação entre produção e sólidos solúveis totais igual a 0,54\*. <sup>ns</sup>Não-significativo. \* e \*\*Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

internamente, principalmente na região Sudeste. Por fim, frutos de menor qualidade são utilizados na pecuária. Segundo Dias et al. (1998), a faixa de produtividade do melão no Nordeste está entre 17 e 30 t ha<sup>-1</sup>. Os produtores enfatizam que, para ter lucro na lavoura meloeira, é preciso superar a faixa de 25 t ha<sup>-1</sup>. Considerando esse limite mínimo, verificou-se que todos os híbridos atendem à exigência dos produtores.

O teor de sólidos solúveis totais é a característica tradicionalmente utilizada para a qualidade do fruto. No caso do melão amarelo, frutos na faixa de 9 a 11% são comercializados no exterior (Sales Júnior et al., 2004). Na observação das médias dos híbridos, verifica-se que a situação é favorável, pois todos possuem valores dentro da faixa comercial estabelecida.

Não obstante os elevados valores médios de produtividade e sólidos solúveis totais, na recomendação de cultivares, é imprescindível considerar a interação genótipos por ambientes. Ou seja, a seleção não pode ser feita apenas na média dos híbridos avaliados.

Empresas responsáveis pela exportação do melão potiguar adotam modernas tecnologias de produção tais como: equipamentos de irrigação importados, fertirrigação, grande quantidade de insumos e defensivos, bem como processamento, embalagem e classificação dos frutos. Por isso, são necessários genótipos responsivos à melhoria da qualidade ambiental, uma vez que, a cada ano, novos produtos e tecnologias têm sido adotados pelo setor produtivo para garantir um produto de alta qualidade e competitivo no mercado europeu. Constatou-se que apenas os híbridos AMR-04 e AMR-12 respondem à melhoria do ambiente, tanto no que se refere à produtividade quanto a sólidos solúveis totais (Tabela 5). Os demais híbridos ora são responsivos para produtividade, ora para sólidos solúveis totais.

O híbrido AMR-04 tem comportamento explicado por apenas um segmento de reta para as duas variáveis analisadas. Essa cultivar responde ao aumento da qualidade ambiental, e é recomendada para ambientes com alta tecnologia, situação da lavoura meloeira. O híbrido AMR-12 possui plasticidade, além de ser responsivo quanto à produtividade, e é recomendado para ambientes favoráveis e desfavoráveis. No tocante ao teor de sólidos solúveis totais, seu comportamento é unisegmentado e responsivo, sendo também recomendado para ambientes com condições favoráveis ao meloeiro. Assim sendo, quanto a esses dois híbridos, observou-se classificação desejável nas duas características avaliadas, associada com alta produtividade

(acima de 25 t ha<sup>-1</sup>) e sólidos solúveis totais dentro do padrão para comercialização internacional (Filgueiras, 2002).

## Conclusões

1. O componente complexo é responsável pela maior parte da interação quanto às características de produtividade e teor de sólidos solúveis totais dos híbridos de meloeiro.

2. Os híbridos AMR-04 e AMR-12 apresentam elevados valores médios de produtividade e sólidos solúveis totais e respondem à melhoria ambiental.

## Referências

- BECKER, H.C.; LÉON, J. Stability analysis in plant breeding. **Plant Breeding**, v.101, p.1-23, 1988.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 1997. 442p.
- CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F.L. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, v.38, p.422-430, 1991.
- CRUZ, C.D.; TORRES, R.A.D.; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, p.567-580, 1989.
- DIAS, R.C.S.; COSTA, N.D.; SILVA, P.C.G.; QUEIRÓZ, M.A.; ZUZA, F.; LEITE, L.A.S.; PESSOA, P.F.A.P.; TARAO, D.A. Cadeia produtiva do melão no Nordeste. In: CASTRO, A.M.G.; LIMA, S.M.V.; GOEDERT, W.J.; FREITAS FILHO, A.; VASCONCELOS, J.R.P. (Ed.). **Cadeias produtivas e sistemas naturais**: prospecção tecnológica. Brasília: Embrapa-SPI, 1998. p.440-493.
- EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, p.36-40, 1966.
- FILGUEIRAS, H.A.C. Colheita e manuseio pós-colheita. In: FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. **Melão**: pós-colheita. Brasília: Embrapa-SPI, 2002. p.23-41. (Frutas do Brasil, 10).
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.14, p.742-754, 1963.
- GURGEL, F.L. **Adaptabilidade e avaliação qualitativa de híbridos de melão amarelo**. 2000. 33p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró.
- KANG, S.K. Using genotype-by-environment interaction for crop cultivar development. **Advances in Agronomy**, v.62, p.199-252, 1998.
- LIMA, L.L.; NUNES, G.H.S.; BEZERRA NETO, F. Coeficientes de variação de algumas características do meloeiro: uma proposta de classificação. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.14-17, 2004.

- LIN, C.S.; BINNS, M.R.; LEFKOVITCH, L.P. Stability analysis: where do we stand? **Crop Science**, v.26, p.894-900, 1986.
- LYNCH, M.C.; WALSH, B. **Genetics and analysis of quantitative traits**. Sunderland: Sinauer, 1998. 980p.
- MENEZES, J.B.; GOMES JÚNIOR, J.; ARAÚJO NETO, S.E.; SIMÕES, A.N. Armazenamento de dois genótipos de melão amarelo sob condições de ambiente. **Horticultura Brasileira**, v.19, p.42-49, 2001.
- NUNES, G.H. de S.; RESENDE, G.D.S.P.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos. Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de clones de eucalipto. **Cerne**, v.8, p.49-58, 2002.
- NUNES, G.H. de S.; SANTOS JÚNIOR, J.J. dos; ANDRADE, F.V.; BEZERRA NETO, F.; ALMEIDA, A.H.B. de; MEDEIROS, D.C. de. Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melão cultivados no agropolo Mossoró-Assu. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.744-747, 2004.
- NUNES, G.H. de S.; SANTOS JÚNIOR, J.J. dos; ANDRADE, F.V.; BEZERRA NETO, F.; MENEZES, J.B.; PEREIRA, E.W.L. Desempenho de híbridos do grupo *inodorus* em Mossoró. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.90-94, 2005.
- RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: Ufla, 2000. 326p.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. **Genética quantitativa em plantas autógamas**. Goiânia: UFG, 1993. 272p.
- ROSSE, L.N. **Modelo de regressão não-linear aplicado na avaliação da estabilidade fenotípica em plantas**. 1999. 179p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- ROSSE, L.N.; VENCovsky, R.; FERREIRA, D.F.. Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.25-32, 2002.
- SALES JÚNIOR, R.; SOARES, S.P.F.; AMARO FILHO, J.; NUNES, G.H.S.; MIRANDA, V.S. Qualidade do melão exportado pelo porto de Natal. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.98-100, 2004.
- SENA, L.C.N. de. **Adaptabilidade ambiental e estabilidade produtiva de híbridos de melão amarelo em oito ambientes na mesorregião oeste Potiguar**. 2001. 43p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró.
- SILVA, R.A. da; BEZERRA NETO, F.; NUNES, G.H. de S.; NEGREIROS, M.Z. de. Estimativa de parâmetros genéticos e correlações em famílias de meios-irmãos de melões Orange Red Flesh HTC 01. **Caatinga**, v.15, p.43-48, 2002.
- TOLER, J.E. **Patterns of genotypic performance over enviromental arrays**. 1990. 154p. Thesis (Ph.D.) - Clemson University, Clemson.
- VENCovsky, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.
- XIE, C.; MOSJIDIS, J.A. Selection of stable cultivars using phenotypic variances. **Crop Science**, v.36, p.572-576, 1996.

---

Recebido em 22 de dezembro de 2005 e aprovado em 23 de junho de 2006